

**INFORME DE PESQUERÍA: *DISSOSTICHUS ELEGINOIDES*
EN ISLA HEARD (DIVISIÓN 58.5.2)**

ÍNDICE

	Página
Pormenores de la pesquería	1
Captura notificada	1
Captura INDNR	1
Distribución de tallas de las capturas	3
Stocks y áreas	3
Estimación de parámetros	4
Valores de los parámetros	4
Parámetros fijos	4
Prospección para estimar el reclutamiento	4
Estimaciones del reclutamiento	5
Serie del índice de CPUE	10
Estudios de marcado	10
Serie de reclutamiento	10
Vulnerabilidad por pesca (FV)	11
Evaluación del stock	13
Estructura y suposiciones del modelo	13
Configuración del modelo	13
Estimaciones del modelo	14
Discusión de los resultados del modelo	15
Estudios requeridos en el futuro	17
Captura secundaria de peces e invertebrados	18
Extracciones de la captura secundaria	18
Evaluación del impacto en las poblaciones afectadas	18
Medidas de mitigación	19
Captura incidental de aves y mamíferos marinos	19
Medidas de mitigación	19
Consecuencias/efectos en el ecosistema	19
Control de la pesca durante la temporada 2004/05 y asesoramiento para 2005/06 ...	20
Medidas de Conservación	20
Referencias	21

**INFORME DE PESQUERÍA: *DISSOSTICHUS ELEGINOIDES*
EN ISLA HEARD (DIVISIÓN 58.5.2)**

1. Pormenores de la pesquería

1.1 Captura notificada

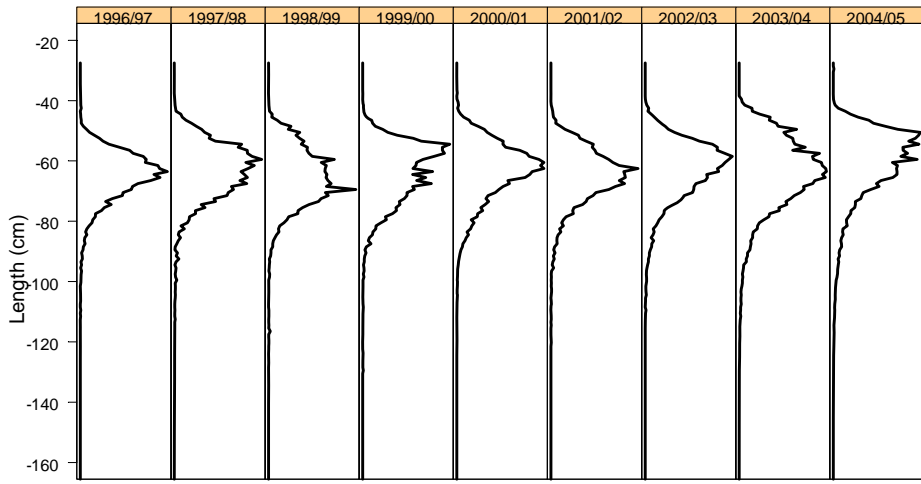
El límite de captura de *Dissostichus eleginoides* en la División 58.5.2 para la temporada de pesca de 2004/05 (1° de diciembre 2004 al 30 de noviembre de 2005) fue de 2 787 toneladas (Medida de Conservación 41-08). La captura notificada para esta división al 1 de octubre de 2005 era de 2 783 toneladas. La tabla 1 presenta las capturas notificadas y los límites de captura respectivos, junto con el número de barcos que pescaron. En la División 58.5.2, la pesca se realizó con redes de arrastre desde 1996/97 hasta la temporada de 2001/02. En las últimas tres temporadas la pesca se ha realizado con redes de arrastre y con palangres. La pesquería de palangre operó desde el 1° de mayo al 14 de septiembre de 2005 y la pesquería de arrastre desde el 1° de diciembre de 2004 al 30 de noviembre de 2005.

Tabla 1: Capturas de *Dissostichus eleginoides* en la División 58.5.2 desde 1989/90 a 2004/05. T – arrastrero; LL – palangrero; *la temporada finalizará el 30 de noviembre de 2005.

Temporada de pesca	Número de barcos	Límite de captura (toneladas)	Captura notificada (toneladas)			Estimación captura INDNR (toneladas)	Extracciones totales (toneladas)
			Total	Arrastres	Palangres		
1989/90			1	1	0	0	1
1990/91			0	0	0	0	0
1991/92			0	0	0	0	0
1992/93			0	0	0	0	0
1993/94			0	0	0	0	0
1994/95		297	0	0	0	0	0
1995/96		297	0	0	0	3 000	3 000
1996/97	2	3 800	1 927	1 927	0	7 117	9 044
1997/98	3	3 700	3 765	3 765	0	4 150	7 915
1998/99	2	3 690	3 547	3 547	0	427	3 974
1999/00	2	3 585	3 566	3 566	0	1 154	4 720
2000/01	2	2 995	2 980	2 980	0	2 004	4 984
2001/02	2	2 815	2 756	2 756	0	3 489	6 245
2002/03	2T + 1LL	2 879	2 844	2 574	270	1 512	4 356
2003/04	2T + 1LL	2 873	2 864	2 296	567	637	3 501
2004/05	2T + 1LL	2 787	2 783*	2 170*	613	0–265	2 783–3 048*

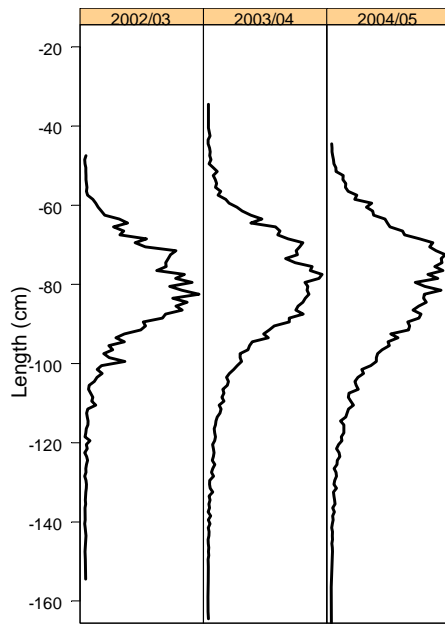
1.2 Captura INDNR

2. Los detalles de la captura INDNR estimada para la División 58.5.2 en 2005 se presentan en la tabla 3.3 del informe de WG-FSA y la discusión sobre la captura INDNR atribuida a las Áreas 47 y 51 aparece en el párrafo 8.6 del informe de WG-FSA. Se señaló que el WG-FSA no había podido determinar el nivel definitivo de la pesca INDNR en esta área y tuvo que esperar hasta que el SCIC se pusiera de acuerdo sobre los datos a utilizar en dicha estimación. La evaluación de este año utilizó un intervalo de valores de 0 a 265 toneladas.



Weighted Frequency (proportion of the catch)

Figura 1: Frecuencia de tallas de *Dissostichus eleginoides* ponderadas por la captura en la División 58.5.2 derivadas de los datos de la pesquería de arrastre proporcionados por Australia en consulta con la Secretaría (WG-FSA-05/6 Rev. 1).



Weighted Frequency (proportion of the catch)

Figura 2: Frecuencia de tallas de *Dissostichus eleginoides* ponderadas por la captura en la División 58.5.2 derivadas de los datos de observación, de escala fina y STATLANT de la pesquería de palangre declarados al 5 de octubre de 2005.

1.3 Distribución de tallas de la captura

3. Las figuras 1 (pesca de arrastre) y 2 (pesca de palangre) muestran las frecuencias de tallas ponderadas por la captura. El grupo de trabajo indicó que la talla modal de los peces capturados en la pesca de palangre fue mayor que la de los peces capturados en la pesca de arrastre. El documento WG-FSA-05/65 informó sobre la diferencia entre las selectividades de la pesca con palangres y con redes de arrastre en la División 58.5.2. El estudio demostró que los palangres pueden capturar peces de mayor tamaño que las redes de arrastre, que tienen una selectividad menor para peces de talla mayor que 800 mm, disminuyendo a cero cuando la talla llega a 1 730 mm. También demostró que en aguas más profundas los peces son de mayor tamaño. Por lo tanto, la distribución de la frecuencia de tallas de la pesquería de palangre tendrá peces de mayor tamaño debido a la selectividad del arte de pesca mismo y a la mayor profundidad en la cual opera.

2. Stocks y áreas

4. La distribución de *D. eleginoides* abarca toda la plataforma de las Islas Heard y McDonald, desde las aguas poco profundas alrededor de Isla Heard hasta por lo menos 1 800 m de profundidad en la periferia de la plataforma. Se han efectuado prospecciones de arrastre estratificadas aleatoriamente desde 1990 y desde 1999 estas prospecciones han sido efectuadas anualmente para estudiar la distribución de los peces juveniles. Los peces más jóvenes (menos de ~ 600 mm de longitud total) abundan en aguas de la plataforma de menos de 500 m de profundidad, aunque no se han descubierto zonas localizadas de abundancia. A medida que los peces crecen se desplazan a aguas más profundas y son reclutados a la pesquería de arrastre realizada en las pendientes de la plataforma, en el estrato de 450 a 800 m de profundidad. En este estrato existen varias zonas localizadas de abundancia que constituyen los principales caladeros de la pesca de arrastre y donde la mayor parte de los peces capturados son de 500 mm a 750 mm de longitud total (TL) (figura 1). Los peces más grande raramente son capturados en la pesquería de arrastre y se supone que se trasladan a aguas más profundas (>1 000 m de profundidad) donde son capturados por la pesquería de palangre. Esta pesquería opera principalmente entre 1 000 m y 1 200 m de profundidad y captura peces más grandes que la pesquería de arrastre (figura 1), pero muy pocos >1 000 mm de longitud total. Se supone que los peces aún más grandes se encuentran a profundidades mayores de 1 200 m.

5. Estudios genéticos han demostrado que la población de *D. eleginoides* de las Islas Heard y McDonald es distinta de aquellas encontradas en lugares más distantes como las Islas Georgias del Sur y Macquarie (Appleyard et al., 2002), pero dentro del sector del Océano Índico aparentemente no hay diferencias entre los peces de las Islas Heard, Kerguelén, Crozet o Marion/Príncipe Eduardo (Appleyard et al., 2004). Esto, combinado con los resultados de los datos de marcado que muestran que existe un desplazamiento de algunos peces de Isla Heard a las Islas Kerguelén y Crozet (Williams et al., 2002), sugiere que puede existir una metapoblación de *D. eleginoides* en el sector del Océano Índico (WG-FSA-03/72).

3. Estimación de parámetros

3.1 Valores de los parámetros

Parámetros fijos

6. Los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy de la evaluación de 2004 fueron reemplazados este año por un vector de talla por edad basado en el modelo lineal de dos segmentos descrito en WG-FSA-05/64 Rev. 1. Este modelo proporciona el mejor ajuste a los datos de la talla por edad de la pesquería de arrastre. Se basa ahora en datos de la edad convalidados (WG-FSA-05/60 y 05/61) y proporciona resultados que coinciden mejor con los datos de la talla a edad 0 (134 mm). El grupo de trabajo indicó que las estimaciones de la talla por edad de los peces mayores de 20 años mejorarán a medida que se reciban los datos de la pesquería de palangre.

7. Las evaluaciones actuales de esta población suponen que el intervalo de valores de la mortalidad natural es de 0.13 a 0.20. Como consecuencia del crecimiento más lento estimado para *D. eleginoides* en ésta área, el grupo de trabajo acordó que no era probable que la mortalidad natural fuese tan elevada como 0.2 año^{-1} . Estuvo de acuerdo en que era necesario contar con otro intervalo de valores distinto al anterior (0.13 a 0.20 año^{-1}). Para este año, el intervalo de valores aceptable de mortalidad natural de la evaluación fue de 0.13 – 0.165 año^{-1} .

8. Los parámetros de entrada utilizados en la evaluación se incluyen en la tabla 2.

Tabla 2: Parámetros de entrada para la evaluación de *Dissostichus eleginoides* en la División 58.5.2.

Componente	Parámetro	Valor	Unidades
Mortalidad natural	M	0.13–0.20 0.13–0.165	año^{-1}
Talla por edad (edad entre paréntesis)	(0) 134; (1) 204; (2) 274; (3) 344; (4) 414; (5) 484; (6) 554; (7) 593; (8) 631; (9) 668; (10) 706; (11) 743; (12) 781; (13) 818; (14) 856; (15) 894; (16) 931; (17) 969; (18) 1006; (19) 1044; (20) 1082; (21) 1119; (22) 1157; (23) 1194; (24) 1232; (25) 1269; (26) 1307; (27) 1345; (28) 1382; (29) 1420; (30) 1457; (31) 1495; (32) 1533; (33) 1570; (34) 1608; (35) 1645		(año) mm
Relación talla-peso	' a '	2.59E-09	mm, kg
Relación talla-peso	' b '	3.2064	
Madurez	L_{m50}	930	mm
Intervalo: 0 a madurez total		780–1 080	mm

Prospección para estimar el reclutamiento

9. El documento WG-FSA-05/30 presentó un informe de los métodos y los resultados de una campaña de investigación con redes de arrastre efectuada por Australia en la

División 58.5.2 en mayo de 2005, para estimar la densidad de los ejemplares juveniles de austromerluza. La prospección utilizó el mismo diseño que la prospección realizada en 2004, después de presentados los resultados de la revisión del diseño de prospecciones de arrastre para estimar la abundancia del *D. eleginoides* juvenil a las reuniones del WG-FSA-SAM (WG-FSA-SAM-04/19) y WG-FSA (WG-FSA-04/76) en 2004 (Tabla 3).

Tabla 3: Detalles de la prospección de *Dissostichus eleginoides* realizada en Isla Heard en 2005.

Nombre de la zona	Fecha promedio de la campaña (día del año)	Área (km ²)	Lances asignados	Lances terminados	Lances válidos
Zona B	27 Junio (158)	480.8	20	20	20
Cresta de Gunnari	1 Junio (152)	520.7	18	18	18
Plataforma profunda del este	12 Junio (163)	13 120	30	30	30
Plataforma profunda del noreste	19 Junio (170)	15 090	10	10	10
Plataforma profunda del sureste	3 Junio (154)	5 340	10	10	10
Plataforma profunda del oeste	23 Junio (174)	13 370	10	10	10
Plataforma norte	19 Junio (170)	15 170	10	10	10
Plataforma del sureste	7 Junio (158)	10 620	30	30	30
Plataforma del oeste	23 Junio (174)	10 440	10	10	10
Banco Shell	10 Junio (161)	1 758	10	10	10
Todos los estratos		85 909	158	158	158

Estimaciones del reclutamiento

10. La Secretaría no dispuso de los datos de la prospección ya que éstos fueron presentados en formato a escala fina en vez de en un formato para los datos de investigación. Los datos fueron presentados directamente por los científicos australianos. Las densidades de tallas se estimaron de la campaña de investigación realizada en junio de 2005 en Isla Heard mediante el programa CMIX, fijándose los parámetros de la talla promedio (estimada de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy utilizados en 2004) y la desviación estándar de la talla (tabla 4). Las desviaciones estándar se calculan con un coeficiente de variación de la talla por edad de 0.12, estimado del ajuste de la curva de crecimiento a la talla por edad. No existen modas claras en los datos de densidad por talla y el ajuste se basa totalmente en los parámetros de la curva de crecimiento, que se basan a su vez en los datos de talla por edad. Se indicó que no hubo tiempo suficiente para efectuar otra pasada con el programa CMIX utilizando el nuevo modelo lineal de crecimiento de dos segmentos descrito en WG-FSA-05/64 Rev. 1 para fijar la talla por edad y volver a analizar todos los datos de la prospección.

Tabla 4: Parámetros de entrada para el análisis CMIX de los datos de la campaña para estimar la densidad por talla de *Dissostichus eleginoides* en la División 58.5.2 en junio de 2005.

Clase de edad	Talla promedio (en mm, fija)	SD (estimada)
2	330	44
3	391	52
4	450	60
5	508	68
6	564	75
7	618	82
8	671	89
9	722	96

Parámetro	Valor
Minimización	Sí
Máximo de llamadas de funciones	10 000
Frecuencia mínima de informes	100
Criterios de parada	1.0E-10
Frecuencia de las pruebas de convergencia	5
Adaptación de una superficie cuadrática	No
Coefficiente de expansión unidireccional	1

11. El análisis CMIX indica la presencia de tres clases de edad principales en la población muestreada (edades 5, 6 y 9; figura 3). Las clases de edad 3, 4, 7 y 8 estaban ausentes. La cohorte de 9 años de edad no fue utilizada para estimar la serie del reclutamiento ya que se consideró que no se la había muestreado totalmente en la prospección y esta cohorte ajustada probablemente incluye varias clases de edad.

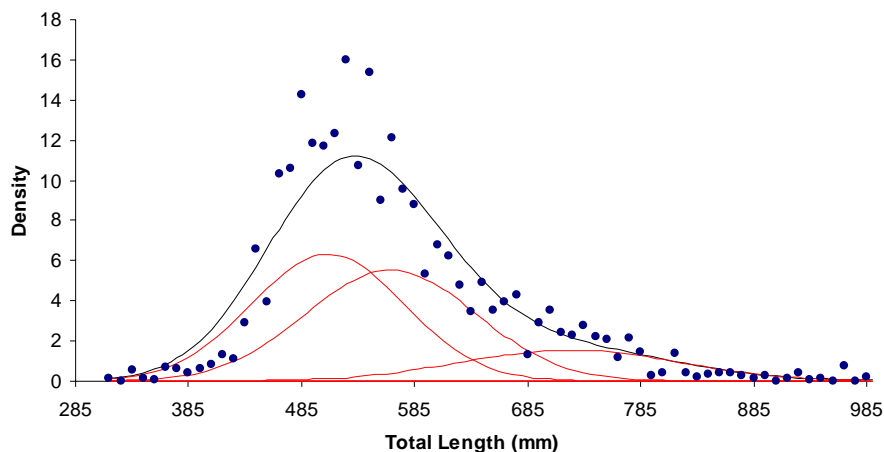


Figura 3: Resultados de los análisis CMIX de los datos de prospección para estimar las densidades de tallas de *Dissostichus eleginoides* en la División 58.5.2 en junio de 2005.

12. Las densidades de tallas estimadas mediante el programa CMIX fueron convertidas a una estimación de biomasa mediante una función talla-peso, el área de lecho marino y la talla promedio por edad. Al comparar esta estimación de biomasa con la estimación TRAWL CI de la prospección (tabla 5) se vio que las estimaciones de biomasa fueron similares.

Tabla 5: Verificación de la biomasa a partir de las densidades estimadas mediante CMIX.

Edad	5	6	9	
Densidad (número km ⁻²)	107.2	104.2	37.5	$a = 2.59E-09$
Área (km ²)	85 909	85 909	85 909	$b = 3.20640$
Número	9 211 507	8 955 498	3 222 567	
Talla promedio (mm)	508	564	722	
Peso (kg)	1.229	1.718	3.792	
Biomasa (toneladas)	11 316	15 385	12 221	38 923
Trawl CI (toneladas)				39 334

13. Los resultados del análisis CMIX de los datos de la prospección de 2005 fueron agregados a la serie cronológica de resultados de prospecciones de esta área mostrada en la tabla 6.

Tabla 6: Abundancia de las cohortes de *Dissostichus eleginoides* estimadas de prospecciones realizadas en la División 58.5.2 desde 1990 hasta 2005. La tabla se basa en la tabla 5.39 del informe WG-FSA-04 (SC-CAMLR-XXIII, anexo 5) y sólo incluye los datos incluidos en la evaluación de 2004 junto con los resultados de la prospección de 2005. Los datos observados (Obs.) y previstos (Exp.) provienen del análisis de mezclas; la similitud entre ambos es una indicación de la calidad del ajuste. La época de la prospección se relaciona con el 1° de diciembre.

Año de prosp.	Tiempo	Área (km ²)	Obs.	Exp.		Densidad (n.km ⁻²)					
						Edad 3	Edad 4	Edad 5	Edad 6	Edad 7	Edad 8
1990	0.50	97106	107.2	108.1	Promedio	8.080	33.508	20.208	0.827	25.226	
					SE	5.897	13.552	11.251	11.505	14.082	
1993	0.77	71555	97.4	114.7	Promedio	13.567	38.259	8.191	16.961	3.066	
					SE	8.804	18.172	13.483	12.606	30.294	
1999	0.33	85428	366.2	357.9	Promedio	17.741	16.206	138.11	56.785	60.897	40.323
					SE	7.862	13.323	42.657	55.348	50.870	38.189
2001	0.48	85169	247.5	252.4	Promedio	19.542	34.018	38.172	45.538	32.165	
					SE	7.798	12.849	20.534	30.762	42.367	
2002	0.48	85910	208.5	204.8	Promedio	18.590	29.333	59.400	20.726	53.199	
					SE	6.722	11.475	21.202	21.993	17.117	
2003	0.42	42280	116.8	115.6	Promedio	15.798	17.298	22.452	45.041		
					SE	13.552	29.967	43.976	36.105		
2004	0.42	85910	242.8	246.0	Promedio	0.001	64.620	70.273	81.607	0.001	
					SE	0.001	38.548	67.242	40.211	0.001	
2005	0.43	85910	247.0	248.8	Promedio	0.001	0.001	107.22	104.24	0.001	
					SE	0.001	0.001	38.96	48.70	0.001	

14. El Dr. P. Gasyukov (Rusia) señaló que las estimaciones de la abundancia por talla del programa CMIX fueron calculadas mediante el método de Aitchison. Los temas relacionados con la utilización de este método se discutieron en el documento WG-FSA-05/78. No hubo tiempo para examinar todos estos análisis CMIX, de manera que se concentró en las estimaciones de reclutas de la prospección de 1999, que daban las estimaciones más altas de reclutamiento de *D. eleginoides* en la División 58.5.2. El Dr. Gasyukov aplicó los métodos descritos en WG-FSA-05/78 a los datos de esta prospección. La composición por tallas correspondiente se presenta en la figura 4.

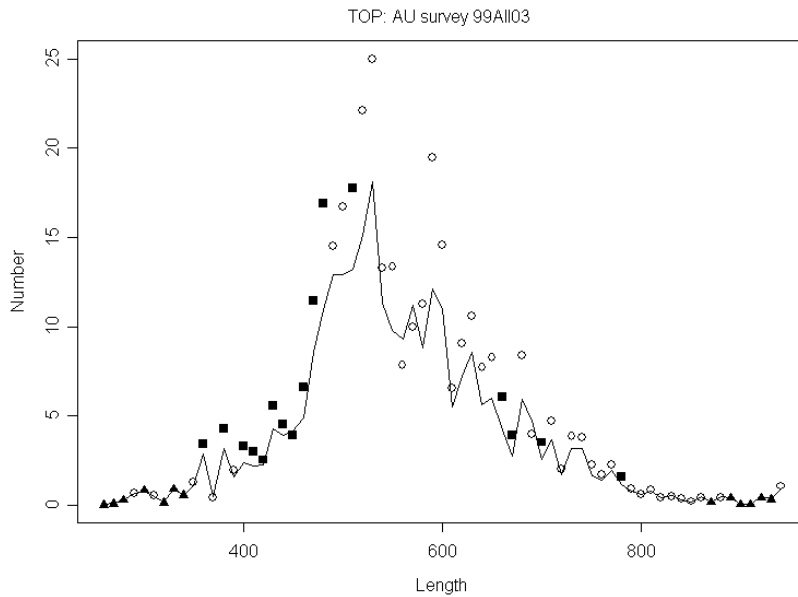


Figura 4: Densidad de peces de cada clase de talla en la prospección de arrastre de fondo de Australia efectuada en 1999 en la División 58.5.2. La línea indica la distribución de la frecuencia obtenida con el método bootstrap, y los puntos indican las respectivas estimaciones obtenidas con el método de Aitchison, donde los distintos tipos de puntos representan: ○ – datos distintos de cero muestran una distribución lognormal, ■ – datos distintos de cero no muestran una distribución lognormal, ▲ – datos distintos de cero solamente comprenden valores de 1–3.

15. Estos resultados muestran que el método de Aitchison puede estar sobreestimando los valores de abundancia por talla de este conjunto de datos, en comparación con el método bootstrap. Las diferencias son particularmente pronunciadas en la talla modal de los grupos. Los parámetros de las distribuciones de la mezcla estimados con los métodos actualizados de MacDonald y Pitcher aplicados a R (véanse los detalles en WG-FSA-05/78), y por CMIX en esta prueba, se presentan en la tabla 7 y la figura 5. En esta prueba, la talla promedio y desviación estándar se estiman manteniendo el CV constante. En el método de MacDonald y Pitcher aplicado a R , se supone que la distribución del error de la abundancia por talla es multinomial.

Tabla 7: Parámetros de la mezcla de los índices basados en la composición de tallas del CMIX y del método MacDonald y Pitcher.

Clases de edad	CMIX (densidad total = 356.7)				MacDonald y Pitcher (densidad total = 280.6)			
	π	μ	σ	Densidad	π	μ	σ	Densidad
1	0.051	36.63	3.66	18.19	0.04	37.02	2.12	11.22
2	0.03	45.47	4.55	10.70	0.069	43.23	2.48	19.36
3	0.303	50.16	5.02	108.08	0.373	50.27	2.89	104.66
4	0.249	54.22	5.42	88.82	0.077	55.25	3.17	21.61
5	0.154	59.13	5.91	54.93	0.227	58.75	3.37	63.70
6	0.105	63.68	6.37	37.45	0.081	64.4	3.7	22.73
7	0.069	68.31	6.83	24.61	0.085	69.68	4	23.85
8	0.03	72.5	7.25	10.70	0.025	75.87	4.35	7.02
9	0	76.67	7.67	0.00	0.008	75.87	4.35	2.24
10	0.01	90.39	9.04	3.57	0.014	89.23	5.12	3.93

16. Estos resultados muestran grandes diferencias en las proporciones de las distintas clases de edad de la población y en las estimaciones de la densidad total para este conjunto de datos. Esto produce diferencias en las estimaciones de la densidad para algunas de las clases de edad, pero no siempre en la misma dirección o de la misma magnitud. Dado estos resultados, y también debido a que los promedios de la talla por edad no fueron ajustados para tomar en cuenta las tallas por edad conocidas, las repercusiones posibles para la evaluación no quedaron claras de este análisis.

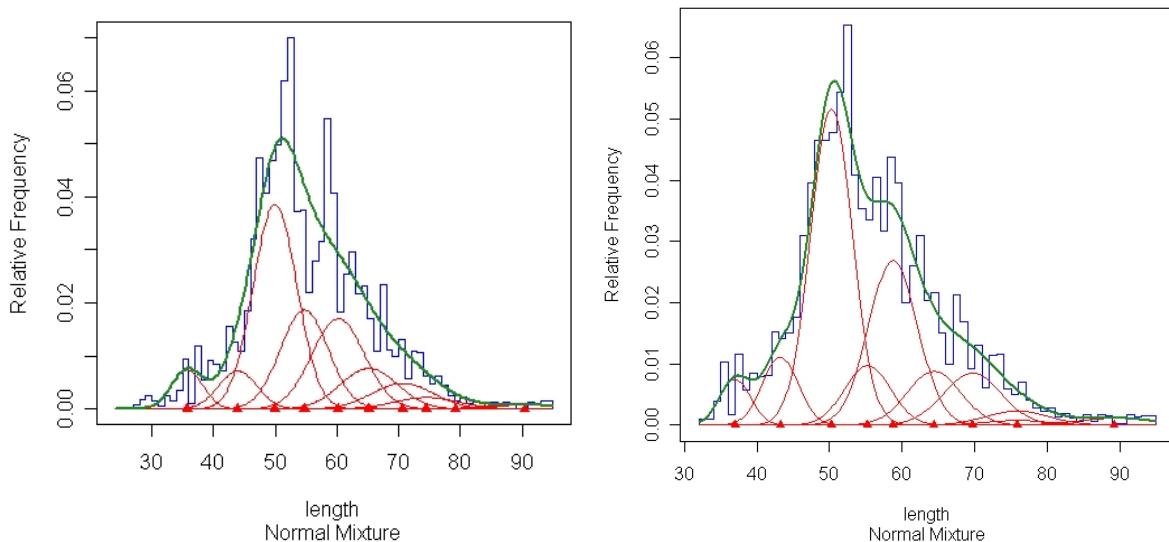


Figura 5: Distribuciones de la mezcla para *Dissostichus eleginoides* en la División 58.5.2, de los análisis de los datos de las prospecciones de arrastre de 1999. El cuadro a la izquierda muestra los resultados del programa CMIX, y el cuadro de la derecha muestra los resultados del método de MacDonald y Pitcher actualizado y aplicado a R.

17. Luego de realizados estos análisis, el grupo de trabajo acordó que los métodos de estimación de la abundancia de las cohortes reclutadas a partir de los datos de prospección de la austromerluza deben ser revisados durante el período entre sesiones. Esta revisión debe investigar asimismo las posibles consecuencias de la utilización del nuevo modelo de crecimiento de dos segmentos.

18. El grupo de trabajo notó también que dada la falta de modas definidas en los datos de densidad de tallas, sería conveniente utilizar las claves edad-talla cuando sea posible, como otra manera de estimar las densidades de las cohortes. El grupo alentó la realización de estudios para determinar programas de muestreo óptimos para el establecimiento de las claves edad-talla.

Serie del índice de CPUE

19. La serie del CPUE no fue actualizada durante la reunión de 2005 pero sí lo fue en 2003 (Candy, 2003). La serie del CPUE no se utiliza en la evaluación ya que la pesquería de arrastre sólo se realiza en una proporción relativamente pequeña del área ocupada por el stock, y por lo tanto, no se espera que las tendencias del CPUE de la pesca comercial sean un reflejo de las tendencias en el estado del stock.

Estudios de mercado

20. Un estudio de mercado se llevó a cabo en Isla Heard desde 1998 (Williams et al., 2002). Se espera que estos datos aportarán significativamente a las evaluaciones integradas futuras con métodos como CASAL.

Serie de reclutamiento

21. La serie del reclutamiento fue actualizada mediante las estimaciones del reclutamiento de la prospección de 2004 (tabla 6). En WG-FSA-2003 se decidió excluir de la evaluación los datos del reclutamiento de dos prospecciones de arrastre (1992 y 2000 en la tabla 6). La prospección de 1992 fue excluida porque no tomó muestras a más de 500 m y el grupo de trabajo opinó que no había cubierto adecuadamente la distribución batimétrica de los peces en el intervalo de edad de 3 a 8 años utilizado en otras prospecciones (WG-FSA-96/38). La prospección de 2000 también fue excluida por las dudas del grupo de trabajo en cuanto al diseño del muestreo. La prospección de 2000 se dirigió específicamente a *Champscephalus gunnari*, y no tomó muestras del estrato donde se sabe que existe *D. eleginoides* en mayor densidad. Por ende, es muy probable que esta prospección haya subestimado la densidad de algunas cohortes.

22. El grupo de trabajo consideró que los peces menores de 3 años no fueron muestreados adecuadamente por la prospección de arrastre. Es posible que las cohortes mayores de 6 años hayan sido subestimadas debido a la pesca de que fueron objeto. No obstante, el método del análisis de mezclas puede resultar en una asignación incorrecta de cohortes a edades mayores y la inclusión de peces de 7 años de edad podría mitigar esta posibilidad. El grupo de trabajo

estuvo de acuerdo en que la prospección de 2003 no muestreó adecuadamente los peces de 7 años y por consiguiente éstos no fueron incluidos en la serie. Posteriormente el grupo de trabajo decidió incluir los peces de 8 años de edad estimados en la prospección de 1999. La prospección de 1999 se dirigió a *D. elegeinoides*, realizó un muestreo intenso en áreas donde se sabía que existían peces ≥ 5 años y proporcionó la única estimación del reclutamiento para esta cohorte. Las estimaciones del reclutamiento basadas en una tasa de mortalidad natural promedio de 0.165 año^{-1} se presentan en la tabla 8.

Tabla 8: Series actualizadas del reclutamiento utilizadas en la evaluación de *Dissostichus elegeinoides* en la División 58.5.2, sobre la base de una mortalidad natural de 0.165 año^{-1} .*

Año del cuarto cumpleaños	Reclutamiento (millones de peces)
1986	4.3273
1987	0.1207
1988	2.4920
1989	3.7900
1990	1.1200
1991	0.6690
1992	2.7427
1993	0.8248
1994	7.2051
1995	9.2260
1996	7.2946
1997	14.171
1998	6.5321
1999	2.3324
2000	2.5369
2001	1.8547
2002	3.6796
2003	7.3021
2004	0.001
2005	0.001
Promedio	3.9111
CV	0.9442

* En las proyecciones con el GYM, la serie de reclutamiento se vuelve a estimar de los datos de prospección para cada prueba basándose en un valor de M seleccionado al azar del intervalo de valores especificado para la prueba. La serie que aquí se presenta es para uno de esos valores de M.

Vulnerabilidad por pesca (FV)

23. La explotación de la División 58.5.2 durante el período de 1996/97 a 2001/02 fue realizada por una pesquería de arrastre. En las últimas dos temporadas la explotación se ha realizado mediante barcos de arrastre y de palangre. La vulnerabilidad por pesca en función de la edad ha sido aplicada desde 1996/97. El cambio de la talla por edad requiere un cambio de las vulnerabilidades por edad, que fueron derivadas originalmente de datos de la talla. El

grupo de trabajo acordó que, hasta que no se cuente con nuevas estimaciones de la vulnerabilidad, simplemente se transformen los datos históricos de vulnerabilidad a datos de talla mediante los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy anteriores, y luego a edades con el nuevo vector talla por edad. Las vulnerabilidades se muestran en la tabla 9.

24. Se señaló que se aplicó la misma vulnerabilidad basada en la pesca de arrastre, a las pesquerías de arrastre y de palangre efectuadas entre 1996/97 y 2004/05. Se examinaron dos selectividades diferentes basadas en la edad para las proyecciones: la selectividad estándar de los arrastres solamente, y una función de selectividad basada en la edad que representa una pesquería llevada a cabo con una combinación de artes de pesca (redes de arrastre, palangres y nasas). Se debe notar que la selectividad real de una pesquería combinada variará según el esfuerzo pesquero con cada uno de los tres artes de pesca, de manera que la función de selectividad combinada solamente es una aproximación. Al utilizar la selectividad de los arrastres solamente, se obtiene una estimación más conservadora del rendimiento que cuando se utiliza la función de selectividad combinada.

25. En la temporada 1995/96 se aplicó una función de vulnerabilidad basada en la talla, comenzando con una vulnerabilidad a los 550 mm de longitud total, con una vulnerabilidad del 50% a los 670 mm y una vulnerabilidad total a los 790 mm de longitud total. Esto se hizo para dar cuenta de la pesca INDNR de los barcos palangreros en ese período.

Tabla 9: Vulnerabilidad por pesca de *Dissostichus eleginoides* en la pesquería de palangre y de arrastre en la División 58.5.2.

Temporada de pesca	Edades sobre las cuales FV = 0	Edades sobre las cuales FV = 1	Edades sobre las cuales FV = 0
1995/96	Basada en la talla (ver texto)		
1996/97	0–6.8	6.9–8.2	8.4–max
1997/98	0–5.7	5.8–11.1	13.7–max
1998/99	0–5.3	5.8–14.9	17.3–max
1999/00	0–4.1	4.1–16.1	17.3–max
2000/01	0–8.2	8.4–16.1	17.3–max
2001/02	0–8.2	8.4–16.1	17.3–max
2002/03	0–8.2	8.4–16.1	17.3–max
2003/04	0–8.2	8.4–16.1	17.3–max
2004/05	0–8.2	8.4–16.1	17.3–max
Futuro (arrastres solamente)	0–8.2	8.4–16.1	17.3–max

26. La función de selectividad que combina la selectividad de los tres artes de pesca se muestra en la tabla 10.

Tabla 10: Vulnerabilidad de *Dissostichus eleginoides* a la pesca que combina artes de arrastre y de palangre en la División 58.5.2.

Edad	0–4.1	4.9	5.8	7.0	8.4	9.8–13.7	14.9	16.1	17.3	18.4+
FV	0	0.14	0.5	0.8	0.9	1.0	0.9	0.85	0.4	0.3

4. Evaluación del stock

4.1 Estructura y suposiciones del modelo

27. Se utilizó el modelo GYM, con los datos de entrada de los párrafos 6 al 26 para estimar la captura constante que satisfaría los criterios de decisión de la CCRVMA, a saber:

1. La regla de la disminución: Determinar la captura que resultaría en una probabilidad no mayor de un 10% de que la biomasa del stock desovante (SSB) descienda a menos del 20% de su nivel estimado antes de la explotación en un período de proyección de 35 años.
2. La regla del escape: Calcular la captura que resulta en una mediana del escape de 50% de SSB en el último año de los 35 años de la proyección.
3. Escoger la estimación más baja de las dos estimaciones del rendimiento a largo plazo.

Configuración del modelo

28. El modelo GYM fue ejecutado de acuerdo con la configuración detallada en la tabla 11.

Tabla 11: Configuración del modelo GYM para la evaluación de *Dissostichus eleginoides* en la División 58.5.2.

Categoría	Parámetro	Valor
Edad del reclutamiento	Inicio	4 años
Acumulación de clases mayores		35 años
Clase mayor en la estructura demográfica inicial		55 años
Características de la simulación	Número de pasadas	10 001
	Nivel de merma	0.2
	Semilla para generar números aleatorios	-24 189
Características de la prueba	Años para eliminar la estructura inicial de edades	1
	Observaciones utilizables en la mediana de SB_0	1 001
	Año anterior a la proyección	1985
	Fecha de inicio (referencia)	01/12
	Incremento en años	24
	Años de proyección del stock en la simulación	35
	Límite superior razonable de F anual	5.0
Tolerancia para encontrar F cada año	0.000001	

4.2 Estimaciones del modelo

29. Se hicieron tres pasadas principales de simulación con los parámetros considerados en la evaluación, incluyendo la prospección de 2005 de peces juveniles y el vector revisado de talla por edad obtenido con el modelo lineal de dos segmentos:

- i) $M = 0.13 - 0.20 \text{ año}^{-1}$, vulnerabilidad a los arrastres en las proyecciones futuras;
- ii) $M = 0.13 - 0.20 \text{ año}^{-1}$, vulnerabilidad a una combinación de artes de pesca (redes de arrastre, palangres y nasas) en las proyecciones futuras;
- iii) $M = 0.13 - 0.165 \text{ año}^{-1}$, vulnerabilidad a los arrastres en las proyecciones futuras.

30. Cada una de las pasadas fue realizada con valores de 0 toneladas y de 265 toneladas para la captura INDNR de la temporada de 2004/05.

31. Los resultados de cada una de las seis pasadas se presentan en la tabla 12, que muestra el rendimiento constante para el cual la mediana del escape era de 50% de la mediana de la biomasa desovante antes de la explotación al final del período de proyección de 35 años, y el rendimiento para el cual existe una probabilidad de 10% de que la biomasa desovante disminuya a menos de un 20% de su valor inicial.

Tabla 12: Rendimientos anuales a largo plazo de la pesca de arrastre y de palangre de *Dissostichus eleginoides* en la División 58.5.2. estimados con el GYM en seis pasadas diferentes.

Pasadas	Captura INDNR 2004/05	Rendimiento con regla del escape	Rendimiento con regla de disminución	Rendimiento a largo plazo
1	265	2 302	2 555	2 302
	0	2 304	2 562	2 304
2	265	2 439	2 648	2 439
	0	2 440	2 655	2 440
3	265	2 440	2 655	2 440
	0	2 444	2 562	2 444

32. La figura 10 muestra un ejemplo de las tendencias del estado de SSB en la pasada 1, con el valor de 265 toneladas para la captura INDNR de la temporada 2004/05. En este caso, la mediana estimada de SSB antes de la explotación fue de 61 634 toneladas (IC del 95%, 32 307–120 142 toneladas) y la mediana estimada de SSB al comienzo de 2005/06 fue de 43 299 toneladas (IC del 95%, 19 885–93 507 toneladas).

33. El grupo de trabajo indicó que las estimaciones de SSB en cualquier año se derivan de las prospecciones para estimar el reclutamiento, y de valores del reclutamiento elegidos al azar de la función de reclutamiento (cuando no se ha observado una cohorte) conjuntamente con las funciones de crecimiento y mortalidad (natural y por pesca). La incertidumbre de estas estimaciones se toma en cuenta en el proceso de evaluación mediante una proyección que abarca un período de generación (35 años en este caso), tomando nota de la probabilidad de reducción y la mediana que se espera al final de la proyección (es decir, una vez que todas las cohortes hayan experimentado los efectos de la pesca). Los valores más bajos de SSB

para un año dado en una prueba dada probablemente contribuyen al valor de la probabilidad de reducción de esa prueba. La probabilidad total de reducción se deriva del número de pruebas de proyección en las cuales el stock se agota (0.2 de la mediana de SSB antes de la explotación), registrada como una proporción de las 10 001 pruebas en total.

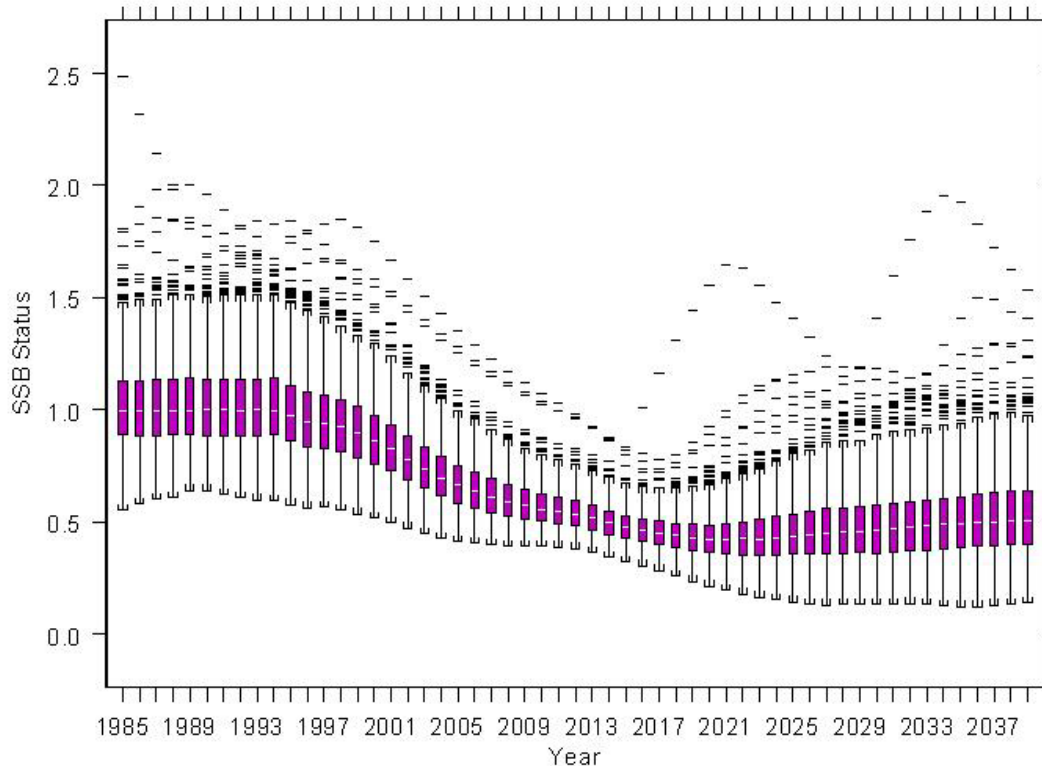


Figura10: Trayectorias del estado de SSB de *Dissostichus eleginoides* en la División 58.5.2 con una captura constante de 2 302 toneladas en la pasada 1 con una captura INDNR de 265 toneladas.

4.3 Discusión de los resultados del modelo

34. El grupo de trabajo tomó nota de la importancia de utilizar el vector convalidado de la talla por edad en estas evaluaciones, que ha eliminado la incertidumbre asociada a la talla por edad de los peces juveniles. Estuvo de acuerdo en que la vulnerabilidad modificada de la tabla 10 probablemente se aproxima más a la estimación actual de la futura vulnerabilidad de la austromerluza a la pesca debido al aumento de la proporción de la captura que se extrae con palangres y nasas (que ha aumentado a dos tercios del límite de captura) en comparación con la extraída por los arrastres (un tercio). Este sería el caso si la pesquería fuese llevada a cabo por un barco para cada arte de pesca distinto. De la misma manera, estuvo de acuerdo en que una tasa de mortalidad natural de 0.2 para *D. eleginoides* posiblemente sea demasiado alta en esta división.

35. El grupo de trabajo recomendó que los resultados de las tres simulaciones fuesen utilizados como base para establecer límites de captura para la temporada 2005/06. Las estimaciones siguientes del rendimiento anual a largo plazo corresponden a una captura INDNR de 265 toneladas:

- | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| a) | $M = 0.13-0.20 \text{ año}^{-1}$, vulnerabilidad a los arrastres en proyecciones futuras; | 2 303 toneladas |
| b) | $M = 0.13-0.20 \text{ año}^{-1}$, vulnerabilidad a una combinación de artes de pesca (redes de arrastre, palangres y nasas) en proyecciones futuras; | 2 439 toneladas |
| c) | $M = 0.13-0.165 \text{ año}^{-1}$, vulnerabilidad a los arrastres en proyecciones futuras. | 2 440 toneladas |

Si SCIC decide que la captura INDNR es menor que 265 toneladas, se podrían aumentar los límites recomendados de conformidad con la tabla 12.

36. Al examinar los resultados de las diferentes pruebas, el grupo de trabajo tomó nota de que la vulnerabilidad combinada de los artes de pesca de arrastre, de palangre y de nasas no fue considerada conjuntamente con un intervalo de valores de la tasa de mortalidad natural más bajos en una sola evaluación. Se esperaría que una combinación tal resultaría en una estimación más alta del rendimiento que las presentadas aquí.

37. El grupo de trabajo señaló también otros aspectos de esta evaluación donde se aplicó el enfoque de precaución:

- i) Los peces de edad 7 se consideraron ausentes de la población en las prospecciones del reclutamiento de 2004 y 2005. Es poco probable que hayan desaparecido de la población debido a que están siendo capturados en la pesquería de palangre (figura 2);
- ii) Las capturas de los palangres (incluida la captura INDNR, excepto para 1995/96) se incorporan en las evaluaciones con una vulnerabilidad equivalente a la vulnerabilidad a la pesca de arrastre, y esto tendrá un efecto mayor en la evaluación de la pesca INDNR que el que se esperaría en la realidad debido a que los pescadores ilegales capturan peces de mayor tamaño;
- iii) La cohorte de peces de edad 8 en la prospección de 1999 posiblemente fue explotada por la pesca en años anteriores y por lo tanto es posible que se haya subestimado.

38. El grupo de trabajo indicó asimismo que estas simulaciones no toman en cuenta la incertidumbre asociada a la estimación de la abundancia de las cohortes mediante el CMIX, a pesar de que los efectos de esta incertidumbre posiblemente no producirían un sesgo positivo o negativo uniforme en las estimaciones de la abundancia de la cohorte de todas las prospecciones.

39. El Dr. P. Gasyukov interpretó de otra manera la dinámica de SSB presentada en la figura 10. En su opinión, esta figura demuestra un alto grado de incertidumbre en relación con el estado del stock de *D. eleginoides* en la División 58.5.2. La naturaleza del modelo es tal que no es posible determinar la biomasa real en un año dado sino solamente el posible rango de valores de la abundancia de SSB. Por ejemplo, el intervalo de confianza del 95% de SSB en la temporada de 2005 va de 19 885 a 93 507 toneladas. Esto podría significar que el valor real de la biomasa es de 19 885 toneladas, el límite inferior de ese intervalo de confianza. En consecuencia, el Dr. Gasyukov acotó que:

- i) Se debería proporcionar asesoramiento de ordenación para uno o dos años a partir del año en curso, como es el caso para *C. gunnari*; el asesoramiento para las temporadas 2005/06 y 2006/07 debería basarse en las estimaciones de SSB de la temporada 2004/05 y tomar en cuenta su incertidumbre. Utilizando este enfoque para *C. gunnari*, la proyección debería ser calculada utilizando el límite inferior del intervalo de confianza del 95% de SSB derivada de las proyecciones del GYM;
- ii) Opina que con este enfoque se tendría una mayor probabilidad de conseguir los niveles deseados y evitar la reducción del stock cuando el intervalo de confianza indica que la abundancia de peces es baja;
- iii) Sería conveniente incluir evaluaciones a corto y largo plazo para tomar en cuenta el estado del stock en los años más recientes.

40. El Dr. Constable (Australia) manifestó que las propuestas de otros métodos para tomar en cuenta la incertidumbre eran bienvenidas. No obstante, en este caso, el marco actual de las proyecciones toma en cuenta la incertidumbre al aplicar los criterios de decisión actuales; las repercusiones de un bajo nivel de biomasa en un año dado en una prueba se toman en cuenta en la probabilidad de reducción estimada (párrafo 33). En ese caso, una biomasa baja en cualquier año de la proyección en el pasado, presente o futuro contribuirá a la evaluación de la probabilidad de reducción. Una evaluación a corto plazo requerirá criterios de decisión diferentes y métodos de evaluación apropiados. Se tendrán que evaluar las consecuencias de los cambios en los criterios de decisión, como también los métodos para estimar el rendimiento de *D. eleginoides*, para asegurarse que el asesoramiento derivado de esas evaluaciones es robusto en relación con la incertidumbre.

4.4 Estudios requeridos en el futuro

41. El grupo de trabajo destacó el progreso logrado en el desarrollo de una evaluación integrada de *D. eleginoides* con CASAL y en el examen de los métodos de evaluación y las estrategias generales de ordenación para esta división (WG-FSA-05/69). Acordó que esta labor deberá ser considerada de alta prioridad porque:

- i) Se podrá separar los datos pertinentes a la pesca de arrastre de los de la pesca de palangre de toda la serie histórica, y utilizar otros datos como por ejemplo la composición por tallas de la captura y los datos de marcado y recaptura;
- ii) Se deberán examinar tanto las evaluaciones a corto plazo (como la de *C. gunnari* descrita en el párrafo 39) como las evaluaciones a largo plazo realizadas con CASAL y GYM (informe de WG-FSA, párrafos 12.7 al 12.9).

42. El grupo de trabajo recomendó también que:

- i) Durante el período intersesional se deberá examinar cómo se estima la abundancia de una cohorte reclutada de los datos de prospección de austromerluza, incluido el estudio de los posibles efectos de la utilización del nuevo modelo de crecimiento de dos segmentos;

- ii) Dada la ausencia de modas definidas en los datos de densidad por talla, sería conveniente utilizar las claves de edad-talla, si es posible, como alternativa para estimar la densidad de las cohortes;
- iii) Se deberá fomentar el estudio de programas de muestreo óptimos para establecer las claves de edad-talla.

5. Captura secundaria de peces e invertebrados

5.1 Extracciones de la captura secundaria

43 En la tabla 13 se detallan las extracciones de la captura secundaria en las pesquerías de austromerluza (palangre y arrastre) de los datos notificados en escala fina (párrafos N19 al N25). También se espera que haya captura secundaria de la pesca dirigida a *C. gunnari* en la misma división (tabla N3). Las extracciones de la captura secundaria notificadas en los datos de observación se detallan en el documento WG-FSA-05/68 y párrafo N28. La captura secundaria de las pesquerías de arrastre es generalmente baja (menos del 1% de la captura total). La captura retenida de la pesquería de palangre fue de 6 a 13% de la captura total, y la inclusión de las rayas liberadas de las líneas modificó esta estimación a un rango de 11 a 26% de la captura total.

Tabla 13: Límites de captura secundaria y extracciones (en toneladas) de las pesquerías de austromerluza en la División 58.5.2. OT – red de arrastre con puertas, LLS – lances de palangres; LIC – *Channichthys rhinoceratus*; NOS – *Lepidonotothen squamifrons*; GRV – *Macrourus* spp.; SRX – rayas.

Temporada de pesca	LIC – OT			NOS – OT			GRV – OT			SRX – OT			Otros – OT		
	LLS	Límite		LLS	Límite		LLS	Límite		LLS	Límite		LLS	Límite	
1995/96	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	5%*
1996/97	0	0		0	0		0	0		2	0		5	0	50**
1997/98	0	0	80	0	0	325	0	0		4	0	120	36	0	50
1998/99	0	0	150	8	0	80	1	0		2	0		3	0	50
1999/00	0	0	150	0	0	80	4	0		7	0		4	0	50
2000/01	0	0	150	5	0	80	1	0	50	5	0	50	7	0	50
2001/02	1	0	150	1	0	80	4	0	50	4	0	50	54	0	50
2002/03	0	0	150	0	0	80	1	3	465	8	5	120	5	0	50
2003/04	0	0	150	2	0	80	2	42	360	5	62	120	6	3	50
2004/05	36	0	150	2	0	80	2	72	360	8	8	120	7	3	50

* Regla de traslado cuando se sobrepasa el 5% del límite (no especificado) en un lance individual.

** Regla de traslado si la captura de cualquier especie secundaria sobrepasa el 5% de la especie objetivo.

5.2 Evaluación del impacto en las poblaciones afectadas

44 El documento WG-FSA-05/70 presentó actualizaciones de las claves talla-peso, los datos de la talla de madurez y las estimaciones de la abundancia a partir de los datos de proyección de rayas. No hubo suficientes datos como para actualizar las evaluaciones.

45. No se realizaron evaluaciones individuales del stock de las especies presentes en la captura secundaria en 2005. Los límites de captura secundaria de *Channichthys rhinocerotus* y *Lepidonotothen squamifrons* se basan en las evaluaciones llevadas a cabo en 1998 (SC-CAMLR-XVII, anexo 5, párrafos 4.204 al 4.206) y los límites de la captura secundaria del granadero *Macrourus carinatus*, en las evaluaciones de 2002 y 2003 (SC-CAMLR-XXII, anexo 5, párrafos 5.245 al 5.249).

5.3 Medidas de mitigación

46. La pesquería operó de acuerdo con la Medida de Conservación 33-02.

47. El grupo de trabajo recomendó que, en lo posible, se liberaran todas las rayas de la línea cuando todavía estaban en el agua, excepto cuando el observador científico pidiera lo contrario durante el período de la colección de muestras (informe de WG-FSA, párrafos 6.25 y 6.26).

6. Captura incidental de aves y mamíferos marinos

48. A la fecha no se ha notificado mortalidad incidental de aves marinas de la pesca de palangre en la División 58.5.2 en los tres últimos años (tabla O3). Seis aves marinas murieron en la pesquería de arrastre efectuada en esta área en 2003. Se liberaron aves marinas vivas en 2002 (1), 2003 (11) y 2004 (7). En 2004/05, murieron dos petreles de mentón blanco en la pesquería de arrastre (tabla O17).

49. En 2003/04 tres lobos finos antárticos murieron durante las operaciones de pesca de arrastre del *Austral Leader* dirigidas a la austromerluza.

50. En 2004/05 tres elefantes marinos murieron en la pesquería de palangre dirigida a la austromerluza (informe del WG-FSA, párrafo 7.47) y un lobo fino antártico fue capturado y liberado con vida en la pesquería de arrastre dirigida al mismo recurso (párrafo O216)

6.1 Medidas de mitigación

51. La pesca de palangre se realiza de acuerdo con las Medidas de Conservación 24-02 y 25-02 y los requisitos especiales descritos en el párrafo 3 de la Medida de Conservación 41-08. La pesca de arrastre se lleva a cabo de conformidad con la Medida de Conservación 25-03.

7. Consecuencias/efectos en el ecosistema

52. El arte de pesca utilizado sobre el lecho marino puede perjudicar a las comunidades más vulnerables del bentos. El impacto potencial del arte de pesca en las comunidades bénticas en la División 58.5.2 está limitado por el pequeño número y tamaño de los caladeros donde se efectúa la pesca de arrastre y la protección de extensas áreas (en la categoría Ia de la

UICN sobre reservas marinas) representativas de los hábitats béticos susceptibles, de los efectos directos de la pesca (SC-CAMLR-XXI/BG/18). La reserva marina y la zona de conservación asociada comprende un 17% del área de la ZEE australiana alrededor de las Islas Heard y McDonald y yace enteramente en la División 58.5.2 de la CCRVMA.

53. El grupo de trabajo indicó que los observadores efectuaron el seguimiento de la captura secundaria del bentos en las primeras fases del desarrollo de la pesquería, y que ésta fue mucho menor en las áreas que posteriormente se convirtieron en los caladeros de pesca más importantes.

8. Control de la explotación en la temporada 2004/05 y asesoramiento para 2005/06

8.1 Medidas de conservación

Tabla 14: Resumen de las disposiciones de la Medida de Conservación 41-08 para *Dissostichus eleginoides* en la División 58.5.2, y recomendaciones para el Comité Científico en relación con la temporada 2005/06.

Párrafo y tema	Resumen de la MC 41-08 para la temporada 2004/05	Asesoramiento para 2005/06	Párrafos de referencia
1. Acceso (arte)	Arrastres, palangres y nasas		
2. Límite de captura	2 787 toneladas al oeste de 79°20'E (ver MC 32-14)	Rendimiento según el caso, sujeto a discusión	34-40
3. Temporada: arrastre	1° de diciembre de 2004 al 30 de noviembre de 2005	Actualizar	
3. Temporada: palangre	1° de mayo al 31 de agosto de 2005, con una posible extensión hasta el 14 de septiembre para cualquier barco que haya demostrado el cumplimiento total de la MC 25-02 en la temporada 2003/04	Actualizar	
4. Captura secundaria	La pesca cesará si la captura secundaria de cualquier especie alcanza el límite establecido por la MC 33-02.		
5. Mitigación	De acuerdo con las MC 24-02, 25-02 y 25-03.		
6. Observadores	Todo barco llevará por lo menos un observador científico a bordo y podrá incluir otro designado de acuerdo con el sistema de la CCRVMA.		
7. Datos de captura y esfuerzo	i) Sistema de notificación por períodos de diez días según el anexo 41-08/A ii) Sistema de notificación mensual de datos de todos los lances en escala fina según el anexo 41-08/A.		
8. Especie objetivo	A los efectos del anexo 41-08/A, la especie objetivo es <i>Dissostichus eleginoides</i> y la captura secundaria es cualquier otra especie distinta de <i>D. eleginoides</i> .		
9. Carne gelatinosa	Se declarará el número y peso total de los peces descartados, incluidos los ejemplares con carne gelatinosa. Estas capturas serán computadas como parte de la captura total permitida.		
10. Datos biológicos	Sistema de notificación en escala fina de acuerdo con el anexo 42-02/B. Datos notificados de acuerdo con el Sistema de Observación Científica Internacional.		

Referencias

- Appleyard, S.A., R.D. Ward and R. Williams. 2002. Population structure of the Patagonian toothfish around Heard, McDonald and Macquarie Islands. *Ant. Sci.*, 14 : 364–373.
- Appleyard, S.A., R. Williams and R.D. Ward. 2004. Population genetic structure of Patagonian toothfish in the West Indian Ocean sector of the Southern Ocean. *CCAMLR Science*, 11: 21–32.
- Candy, S.G. 2004. Modelling catch and effort data using generalised linear models, the Tweedie distribution, random vessel effects and random stratum-by-year effects. *CCAMLR Science*, 11: 59–80.
- Williams, R., G.N. Tuck, A.J. Constable and T. Lamb. 2002. Movement, growth and available abundance to the fishery of *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 at Heard Island, derived from tagging experiments. *CCAMLR Science*, 9: 33–48.